

# 物質交代の考えをとり入れた生物教材の指導

— 4 年・虫の育ちかた，6 年・ニワトリの卵の育ち を中心に —

加茂市立加茂南小学校	田 中 慎 子
湯之谷村立東湯之谷小学校	池 内 周 三
北条町立北条北小学校	田 辺 雄 一

## は じ め に

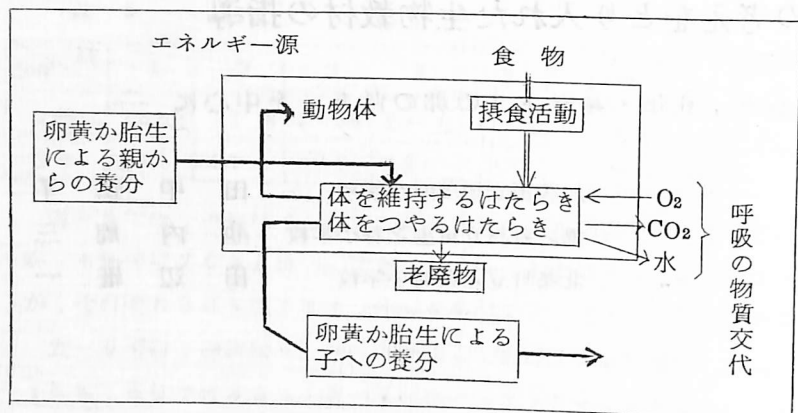
生物，あるいは，生命現象についての総合的見方を育成し，また，生物を教材として科学の方法を指導する場合には，生物が「生きている」ことをあらわす，基本的な現象をもとにして，生物のいろいろな様相を関係づけて考えさせるよう指導することがたいせつである。とくに，ややもすると，単純な観察や記録とりにおわってしまいがちな飼育・栽培教材では，こうした指導を組みこむことが必要だと思われる。われわれは，このような考えから，前年度は植物教材について，「物質交代の考え」を軸にした実践研究を行なったが，今年度は同じ考え方を動物教材に適用して，新教材である「ショウジョウバエ」と「ニワトリの卵の育ち」をとりあげ，実践をとおして検討してみた。ここでは，その概要を報告する。

## 1 動物教材における物質交代の系統と指導

生物が「生きている」ことをあらわす，もっとも基本的な現象は，生命を維持するしくみとしての物質交代であろう。このとらえ方は，前報<sup>1)</sup>でも述べたように，小学校では個体を中心としたレベルに限られる。物質交代を中心にして，生物個体の諸現象を図式的に示せば図-1のようにまとめられる。この図は基本的には前報とほとんど同じであるが，植物と動物では，エネルギーの獲得様式がちがひ，植物が光のエネルギーを光合成に利用するのに対して，動物では食物として養分をとり入れ，エネルギー源を獲得している。したがって，植物では，光との関係に注目させることが重要などく，動物では，食物や，食物をとる行動，食物の消化のはたらきなどがたいせつな要素になってくる。

新指導要領にも，動物教材については，1年から6年まで，形態，成長の順序性，温度（体温）とならんで，一貫して，食物，食べかた，行動の学習がとりあげられ，6年の「人体・栄養素のはたらき」で，エネルギーと関連させて総括している。「ショウジョウバエ」や「ニワトリの卵の育ち」もこうした一連の系統の一部をなすものとしてとらえ，指導した。

新指導要領では，生物と環境の関係の中で，成長と温度の関係をとくに重視しているが，温度と成長が関係づけられるためには，「成長がなぜおこるのか」を問題にすることが必要であろう。すなわち，図-1で，とり入れられた養分が成長にまわされるまでの過程を一つ入れて考えることによって，深められるのであって，例えば「ショウジョウバエ」の指導でも，えさをとる速さや量との関連で成長の速さや行動と温度の関係が正しく認識できるであろう。この研究で，食物や養分との関係づけを，とくに



(図一) 物質交代を中心とした、生物(動物)の見方

の現象は、物理、化学分野とことなり、本来、変異に富んだ幅のあるものであるという見方をとり、適温や羽化日数、大きさなどについては、できるだけモード(mode)がどこかを考えるように指導した。

ショウジョウバエやニワトリの胚には、素材そのものにたいする感情的な問題もあり、児童に嫌悪感をもたせないように、科学的なねらいを明確にし、児童の問題意識が優越するように努めた。

## 2 実践研究

### A 4年 虫の育ち方

#### (1) ショウジョウバエの教材としての位置づけと指導

新指導要領の内容の取扱いでも示されているように、ショウジョウバエはこん虫一般の教材として扱うのではなく、指導要領4年(3)ウの「こん虫の成長の速さや活動の様子は、外界の温度によって変わること」の学習に限定すべきであると考えた。たしかに(i)成長が早く、短期間で世代のくりかえされること (ii)狭いところで多数飼育できることは、ウの項の検証実験には有利であるが、小形で観察しにくいことは否定できない。

したがって、「ショウジョウバエ」に入る前に、こん虫の成長の順序性や形態の特徴などの学習や、成長や活動の様子と温度の関係については、他の素材で、ある程度終わっていないといけない。

新潟県内では、都市部でも、モンシロチョウはくふうすれば観察できるし、山間部ではカイコがこんな素材となろう。そこで、われわれの実践研究では、モンシロチョウとカイコを素材を選んで、一連の指導を試みた。

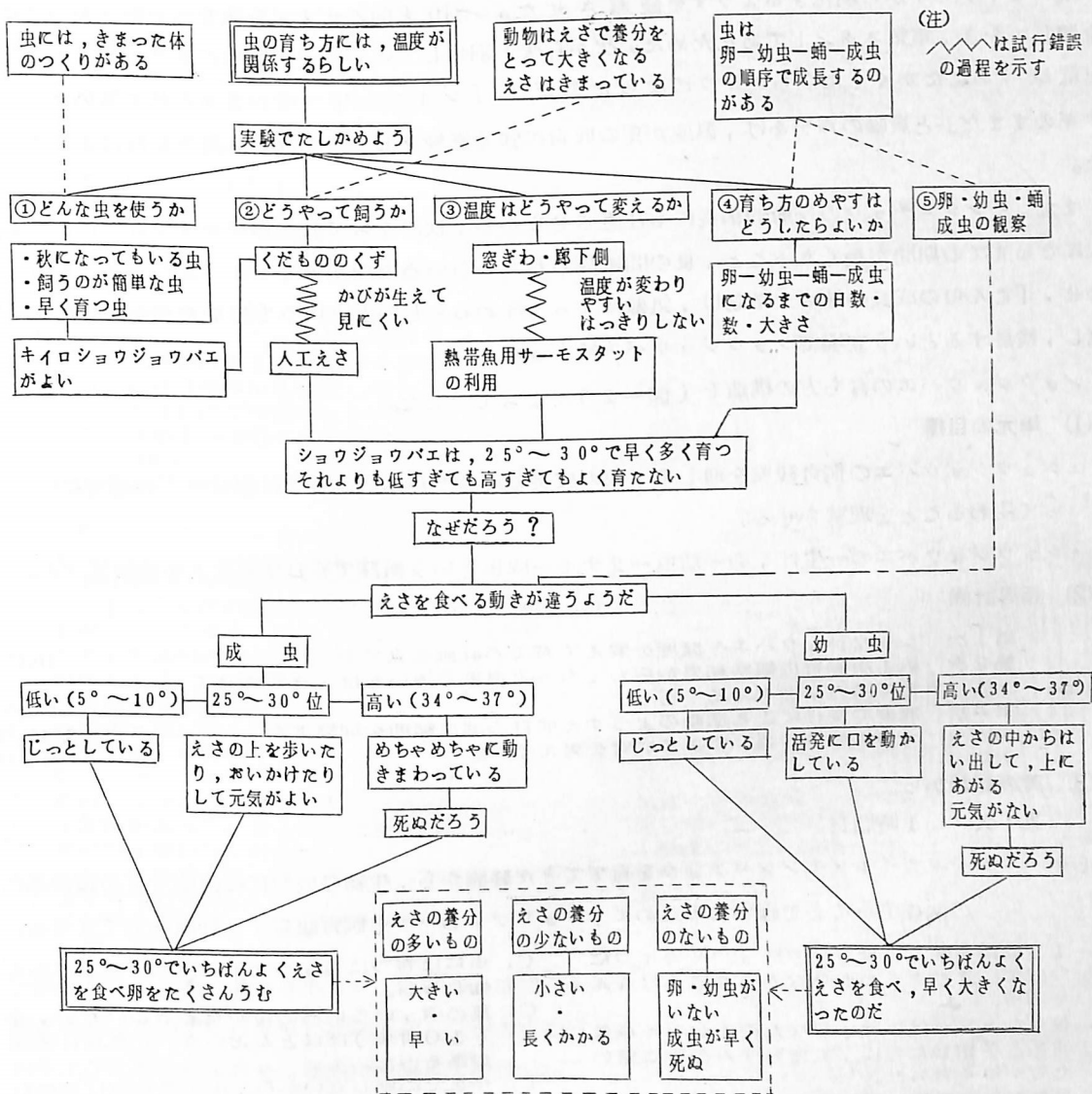
また、実施の時期は、いろいろなこん虫の存在を経験したあとで、しかも温度条件の設定が容易な秋10月～11月に定めた。材料のショウジョウバエも教師がはじめから与えるのではなく、検証実験の目的にあう素材を野外からえらぶという態度でのぞみ、飼育実験の方法も試行錯誤の過程で、科学の方法が訓練できるように指導した。

温度と行動は、食物をとる行動との関係でとらえ、食物をとることによって成長することを再認させるようにした。

重視したのはそのためである。

もう一つの問題は、成長の概念である。植物の成長が「大きくなること」の印象が強いのに対して、動物では、分化、成熟することの認識がたいせつなことで、これも指導にあたって留意した点である。

また、われわれは、生物



(図-2) ショウジョウバエの育ち方の単元構成

## (2) 都市部における指導 モンシロチョウとのつながりを考えて

新教材として出されてきたショウジョウバエの位置づけや指導の限界は前述の通りであるが、ここでは、ショウジョウバエを素材として学習する意味をいっそう明確にするために、モンシロチョウの学習において次のような観点を入れて進めてみた。

モンシロチョウの題材の中で温度との関係に注目させるため、成長の各段階において気温による違いを予想させ比較観察させた。ここでは教室内的の日なたと日かげによる違いを見ようとしたが、日なたでは直射日光( $34^{\circ}\sim 35^{\circ}\text{C}$ )のため成育しなかったことから、虫は暑すぎでは育たないことを理解した。

続いて、サナギから羽化するようすを観察させた。羽化直前のサナギを氷を詰めたジャーの中で冷蔵しておき、電気スタンドであたためた。次から次と羽化していくようすを目の前ではっきり観察し児童は「あたたかくしたからチョウになったのだ」「ジャーの中へそのまま入れて置いたのはサナギのままだ」と驚嘆の声をあげ、温度が虫の成育に強く影響することに深い感銘を受けたようであった。

また、モンシロチョウの季節的消長にも注意させながら、秋になって成虫が少なくなったことや、成虫になるまでの期間が長くなること、夏の間に見られたいろいろな虫がいなくなったことなども考え合わせ、「こん虫の成長の速さや活動は、気温によって変わるらしい」という予想をたてた。これを一般化し、検証するという立場でショウジョウバエに入った。

ショウジョウバエの育ち方の構造を(図-2)によって示した。

### ① 単元の目標

- ・ショウジョウバエの飼育観察を通して、虫の成長の速さや活動のようすは温度などの環境条件によって変わることを理解させる。
- ・ショウジョウバエの一生は、卵→幼虫→サナギ→成虫という順序で成長することを理解させる。

### ② 指導計画

第1次	ショウジョウバエを温度を変えて育てる計画を立てる	90分
第2次	第1次飼育の観察結果からも、もっと温度の違いをはっきりさせて育てる方法を考える	90分
第3次	温度の変化による活動のようすと成育の適温範囲を理解する	135分
第4次	えさの養分の違いによる成育を考える	45分

### ③ 実践記録から

#### 第1次 1時間目

ねらい ○ジャガイモ・モンシロチョウを育ててきた経験から、生物の成育には温度などの環境条件が関係することを確かめるために、ショウジョウバエを飼育観察する計画を立てさせる。

- T. 1学期に観察したモンシロチョウやカイコについて、まだよくわからなかったことはなんだろう。
- C. 日なたと日かげでは、日なたの方が早く成長すると予想したのに、教室のすみの方に置いた方が早く育った。
- C. 日なたは窓側でとても暑くなり、ろ紙がすぐ乾いてしまって死んでしまった。  
(幼虫の成長とえさのとり方の関係を見るために、水でしめらせたら紙の上にキャベツの葉を四角に切って何枚か置いたもの)
- C. あまり暑すぎたのだよ。
- C. 虫には育つにちょうどよい温度があるのかも知れない。
- C. 夏の頃、いろいろな虫がたくさんいたが、今(10月末)はほとんどいない。気温に関係があるのだ。
- T. 今までの話し合いから、虫の育ち方は気温に関係あるようだがはっきりしない。それで、これから調べられる虫はいないだろうか。外へ行ってみよう。  
(野外→校庭へ出てさがす。あらかじめショウジョウバエの集まる場所を作って置いた)
- 以下、採集後飼育までの過程は略一

### 解 説

1学期の飼育から、モンシロチョウやカイコなどの成長の順序や日数、脱皮のようす、幼虫の大きさによるえさの食べ方の違いなどを理解したが、日なたの方が日かげより早く育つ(ジャガイモの栽培や1年から今までの学習など)と考えていたのに、直射日光の当たりすぎた日なたで失敗した経験から、それを確かめるための材料としてショウジョウバエを取りあげた。

校庭のすみに放置しておいた果物のくずの中にたくさん群がっていたショウジョウバエに男子は歓声



をあげ強く興味をおぼえたが、女子は「きたない」「いやだ」ということばを発した。この材料の最初の印象はあまり良いとはいえない。

ショウジョウバエを材料として気温の変化による育ち方の違いを見るために、直射日光の当たらない日なたと教室のすみで飼育する計画を立て実施した。

## 第2次 1時間目

ねらい ・第1次の観察結果から、さらに温度の違いによる育ち方がはっきりわかるような実験方法を考えさせ、第2次の飼育計画を立てさせる。

- |   |  |
|---|--|
| <p>T. 第1回の観察でうまくいかなかったこと、よくわからなかったことはなんだろう。</p> <p>C. 日なたも日かげも10月23日に成虫を入れたら10月28日に1羽位の幼虫がいた。</p> <p>C. 日なたと日かげで育ち方に違いがないよ。</p> <p>C. 気温の差が1〜2℃しか変わらないので、よくわからないのだ。</p> <p>C. 温度をもっと違えたらいいよ。</p> <p>C. えさがくさって、くさくてよく見えなかった。(柿やなしなどのかまどなどで観察させた)</p> <p>T. もっといい方法はないだろうか。</p> <p>先生は、ショウジョウバエの育ち方をもっと見やすくするためにこんな方法を研究したよ。(離乳食・小麦粉・砂糖を寒天で煮つめてかため、防腐剤として食酢を入れた人工えさを提示した)</p> <p>T. 何が入っていると思う?</p> <p>C. かたまっているから蛋白質だろう。(この少し前に蛋白質は熱するとかたまるという性質を学習している)</p> <p>T. この中には赤ちゃんの栄養になる粉や砂糖・小麦粉が入っていて、寒天で固めたのだよ。</p> <p>C. すい分、ぜいたくだね。</p> <p>C. こんなに栄養(でんぷんやとう)があるならよく育つだろう。</p> | <p>C. えさを少なくしたら、育ちが悪くなると思うよ。</p> <p>T. このえさを使ってもっと温度を違えて育てる方法はないだろうか。</p> <p>C. お湯の中へ入れればいい。</p> <p>C. さめてしまうよ。</p> <p>C. さめないように発泡スチロールの中に入れておけばいい。</p> <p>T. みんなの家で、冬金魚などを飼うとき家で使っているものはないか?</p> <p>C. ヒーターだ。これを使うと温度を一定にしておかれるよ。</p> <p>T. 何度位にしたらいいかな?</p> <p>C. モンシロチョウを育てた頃の30℃位にするといひよ。</p> <p>C. あまり暑いと死んでしまうよ。</p> <p>C. わたしたちが暮らすのに20℃位がいいから、20℃位にしたら?</p> <p>C. 25℃がいいと思う。今は外に虫がいないから。</p> <p>C. 教室は15℃位だから、15℃・25℃・30℃にして調べてみよう。(観察のため水温調節器のセットをする)</p> <p>C. 30℃の方はとてもよく動く。早く成長するよ。</p> |
|---|--|

## 解 説

温度変化の少ない教室飼育では、目的が達成されないことを知り水温調節器を用いて飼育する方法を考えたが、この方法は非常に興味を示し、ほとんどの児童がよく観察していたようである。ただ、水槽の中にびんを入れるため、幼虫が小さくて外から見にくいことが欠点であった。

また、人工えさの色と幼虫の体色が白色系で似ているため、幼虫を認めることがむずかしいので、食紅でえさに着色をした。



(図-3) 水温調節器使用による

ショウジョウバエの飼育

- ヒーターは100Wのもので火災の心配はないと思われるが安全上コンセントヒューズを使用。
- 水温が高くなるほど蒸発量が多くなるので、水の補給を忘れないように注意した。
- 温度調節のねじはセロテープで固定した。

### 第3次 1時間目

ねらい ・温度の変化によって活動のようすが変わることを理解させ、このことからショウジョウバエがよく育つ温度条件を理解させる。

- T. 2次飼育でわかったことをまとめよう。
- C.  $25^{\circ}\text{C}$ ・ $30^{\circ}\text{C}$ の方は教室( $15^{\circ}\text{C}$ )よりとても早く成長した。
- C. 大体10日で新しい成虫が生まれたのに、教室の中へ置いたのはもとのままだ。
- C.  $30^{\circ}\text{C}$ の方は1日早く成虫になったが、 $25^{\circ}\text{C}$ の方は幼虫がたくさん出た。
- C.  $30^{\circ}\text{C}$ の方は早く大きくなった。11月17日に始めて20日に $30^{\circ}\text{C}$ では4羽位、 $25^{\circ}\text{C}$ では2羽位の幼虫を見つけた。
- C. 第1次飼育で10月23日に教室へ置いたショウジョウバエは、1か月以上たったのにまだ幼虫やサナギのままだ。
- C. 11月の終わりに $30^{\circ}\text{C}$ の方が $35\sim 36^{\circ}\text{C}$ にあがったため、みんな死んでしまったようだ。
- T. 温度が高いとよく育つことがわかったが、なぜ温度が高いと早く成長するのだろうか。
- C. 成長するのにちょうどいい温度だからだ。
- C. えさがちょうどよくくさったから、たくさん成長したのだ。
- T. ちょうどいい温度というのは、何にちょうどいいのかな。……虫の動きはどうだろう。
- C. ヒーターで暖かくしたビンの中の成虫や幼虫はよく動いている。
- T. よく動くというのは何をしているのだろうか。
- C. えさを食べているのだろうか。
- C. 10月23日に教室で飼育を始めたのは、まだ幼虫やサナギのままで成虫になっていないし、幼虫はじっとしている。
- C. 寒くて動かないので、えさも食べないから、そのままなのだろう。
- T. 温度が高いとよく動き、えさもたくさんとるようだね、確かめる方法を考えよう。
- C. 湯の中へ成虫や幼虫を入れて動くようすを調べればいい。
- C. 低いと動かないかどうか、氷で冷やして見ればいい。
- T. 幼虫はどんなふうに見ればいいだろう。
- C. 時間を決めて、その時間内に動く数を数えてみたらいいと思う。
- (この後、室温における成虫・幼虫の動きで調べる方法を練習させ、 $5^{\circ}\text{C}$ にさげた状態での活動のようす、 $20^{\circ}\text{C}$ ・ $30^{\circ}\text{C}$ でのようすをグループごとに調べた)

#### 解 説

この後、 $25^{\circ}\text{C}$ や $30^{\circ}\text{C}$ でよく育ったショウジョウバエは、本時の実験から、もっと温度の範囲を広げてもよく育つことを予想し、 $20^{\circ}\text{C}$ と $32^{\circ}\text{C}$ での第3次飼育にはいるための話し合いをし、飼育に移った。

今までの学習から、温度が高いとよく育つということは理解したが、「なぜ温度が高いとよく育つのか」という質問には、けげんな顔をする児童が多かった。

#### ④ ま と め

動物は外部からえさをとって成長する。そのえさのとり方は外界の温度に関係し、温度が高いと活動が活発になり、それが摂食活動を盛んにし、成長が早くなるのだという考えがなかなか理解できなかった。

これは今までの経験の中で植物や動物は、あたたかいとよく育つものだという理解にとどまり、生物の活動に適温があり、生活をつうじて生物を見ていくように指導してこなかったためではないかと思う。

そこで、今回のショウジョウバエでは、各温度での成虫の動くようすと幼虫の体の動きを数量的にとらえることによってこのことを理解させようとしたが、温度を変えることは簡単であるが、幼虫が小さいため観察に抵抗があった。この面でも、一步発展した指導を試みる場合、体の小さいことがショウジョウバエを扱いにくいものになっている。

(表-1) 幼虫の体の動いた数-10秒間-

温度グループ	1班	2班	3班	4班	5班	6班
$5^{\circ}\text{C}$	一回	一回	3回	一回	一回	一回
$20^{\circ}\text{C}$	11	9	11	10	8	12
$30^{\circ}\text{C}$	13	19	16	16	—	15

$5^{\circ}\text{C}$ だけは氷を使用したため、1グループだけで実験させた。  
 $20^{\circ}\text{C}$ ・ $30^{\circ}\text{C}$ のはグループごとに実験した結果である。

### (3) 農山村部における指導・カイコを素材として

自然を探究していく力を育てようとするとき、個体の成長と環境のかかわりあいについて述べている指導要領 4年(3)ウ「こん虫の成長の速さや活動の様子は外界の温度によってかわること」の学習は単に温度と成長の並行関係を調べることに終わってはならない。動物の成長に直結している食べるという行動をとりあげ、温度—摂食(養分)—成長と結びつけて、はじめて統一的なとらえ方ができるというのがわれわれの考えである。

この内容を扱う場合、その素材にショウジョウバエが例としてあげられているが、その地域に、より適したこん虫がいるとき、それをとり上げることは効果的であり、意義深いことである。

温度—摂食—成長の関係を調べようとするとき、当地域で飼育されているカイコは ①「飼育部屋を暖めている」「新しい葉を1日に何回もやる」など、温度—摂食(養分)—成長について本質的で発展性のある問題を含んでおり、さらに身近かにカイコを見ている児童に、その問題の意味することを容易に気付かせ、実証計画を立てさせることができること ②分析、比較によって、その因果関係を定性的、定量的にとらえさせようとする場合 例えば「温度が違うとき、餌を食べる速さ(量)の違いがはっきりと見られ、それが成長の差(育つ大きさ、速さ)となってあらわれる」「成長変化は大きく(体長は2—3mmも伸び、5令幼虫では体重が3倍以上にもなる)量的にとらえやすい」など きわめてすぐれた素材であるといえる。

このカイコの学習で育てられた温度—摂食(養分)—成長についての見方、考え方をもとにして、他のこん虫ではどうだろうかと考えたときにとりあげられるのが、温度コントロールが容易で、くり返し実験のできるショウジョウバエである。以上のような立場にたって単元を展開する場合、カイコの学習は右図のようになり、その発展は、(図-2)の「実験でたしかめよう」へとつながるとともに、構造図②「温度はどうやってかえるか」の試行錯誤の過程はへず、直ちに水温調節器を使用した実験に入ることになる。

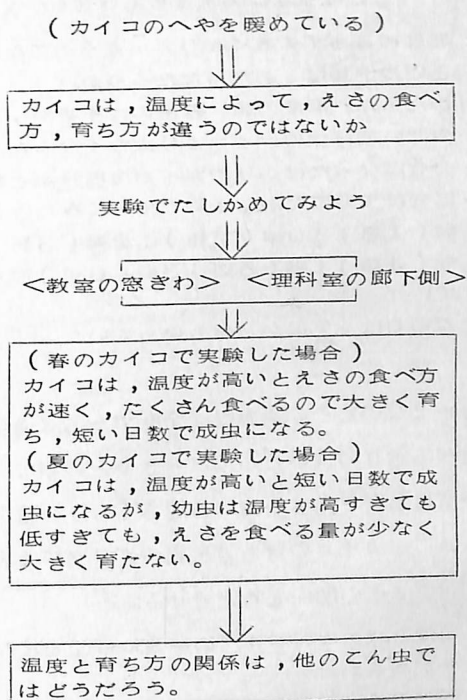
#### ① 指導計画

第1次 温度とカイコの育ち方 (4時間)

第2次 温度とショウジョウバエの育ち方 (4時間)

#### ② 実践記録より

- T. カイコのへやを暖めているのはなぜだろうか。  
C. カイコが小さいうちは、まだよわいから。  
C. 今(夏)のカイコは、小さいときだけしか暖めないが、春のカイコは、だいたい大きくなるまで暖めている。  
C. カイコは寒いとあまりくわを食べないので大きくならない。それで、気温の低いときはへやを暖めている。 ～略～  
T. 温度によってえさの食べ方が違い、育つ大きさが違うのではないかという予想だが、どうすればたしかめられるか。  
C. カイコを2つに分け、一方はそのまま育て、もう一方は火鉢で暖めればよい。



(図-4) カイコを使った指導

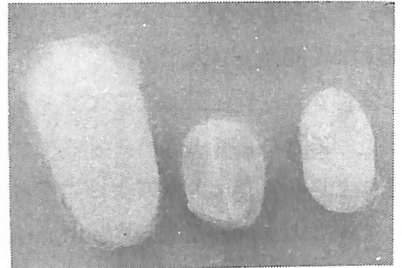
- C. 夜は、どうするか。 ～略～  
 C. 一方を窓ぎわの日のあたるところにおいたら  
 C. 明るさが違うからだめだ。 ～略～  
 C. 学校で一番気温が低かった理科室と、教室に  
 わけて育てればよい。 ～略～  
 T. 大きさは、どうやってはかるか。  
 C. ものさしで長さをはかる。

- C. 重さもはかれないか。  
 C. 小さくてだめだ。カイコをのせたってはかり  
 の針が動かんと思う。  
 <教師、上皿てんびんについて教える>  
 T. カイコが大きくなったら重さもはかろう。  
 ～略～

### 解 説

農家では、カイコの適温と気温に差があるため幼虫のへやを暖めている。この事実をとり上げ、「なぜ暖めるのか」と問題にしたとき、ほとんどの児童が温度とえさの食べ方と育ち方を関係づけて考えている。温度と成長を考えさせようとするとき、カイコはすばらしい教材となることができる。

つづいて、カイコの飼い方を話し合い、えさと育ち方の関係について大きな抵抗なしに実証計画を立て、飼育に入ったが、紙数の関係で省略する。普通に育てたカイコのまゆは大きく、厚さも正常であるが、100匹位せまい箱に入れて育てたものは、いつも新しい葉を食べられないため、小さなまゆになる。しおれた葉を与えて育てても、同様な結果になる。まゆをつくるまでの日数は、平均10日位おくらせている。



ねらい カイコの2令までの育ち方をグラフにあらわし、温度（図-5）えさとまゆの関係と育ち方の関係を考えさせる。（図-略）  
 左：正常 中・右：過密

- T. 温度によって大きくなり方が違うのではないか  
 という予想は、あたっただろうか。  
 C. あたった。温度の高い教室のカイコが、温度  
 の低い理科室のカイコより大きくなった。  
 C. 2令になったばかりのカイコを理科室と教室  
 に分けて育てたが、よく日測ってみたら3.5  
 mm（1班）3.0mm（2班）1.2mm（3班）2  
 mm（4班）1mm（5班）3mm（6班）違って  
 いた。  
 C. この日は、気温が3度も違っていた。  
 C. 理科室のカイコは、動きがのろかった。  
 C. 教室のカイコは、葉の食べ方がはやかった。  
 C. やっぱ、温度が高いとくわの葉をはやく、  
 たくさん食べて大きく育つ。 ～略～  
 T. 家で、カイコのへやを暖めているのは、なぜ  
 だといえるか。  
 C. 温度が高いとカイコは、くわの葉をたくさん  
 食べ大きくなる。大きく育てて、大きなまゆ  
 をつくらせるためだ。  
 ～略～

### 解 説

1～2令のころの適温は27度である。適温をかなり下まわっているこのころ、3度の気温差はえさを食べる速さの違いとしてははっきりと観察できる。それが成長の差となってあらわれてくるのであるから児童は温度—えさを食べる速さ（量）—育ち方を容易に関係づけてとらえることができた。

ねらい カイコの育ち方を表やグラフにまとめ、温度とえさの食べ方、育つはやさ、大きさについてその関係を考えさせる。

- T. 温度と成虫に育つまでの速さには、どんな関係があるか。  
 C. 温度の高い教室のカイコが、はやくまゆをつくり、成虫になった。 ～略～  
 C. 温度が高いと、えさの食べ方がはやく、短い日数で成虫になる。 ～略～  
 T. 温度と育つ大きさにはどんな関係があるか。  
 C. カイコが小さいころは、温度の高い教室のカイコが、えさをはやくたくさん食べて大きく育った。  
 C. 5令のころは、温度の低い理科室のカイコが大きく育った。



- C. カイコが小さいころは、からだが弱いので、暖い方が大きく育つが、大きくなると温度に関係がなくなるのではないか。
- C. 5令のころ、どの斑も理科室のカイコの方が大きく育っている。温度は関係がある。
- C. ぼくらの斑の教室のカイコは、21日から  
17g 17.8g 26.9g 34.4g  
217g……(10匹ずつ育てている)と葉を食べている。
- C. 日によって違うが、理科室の方がたくさん食べているようだ。たくさん食べている日数が多い。
- C. そのころ、教室の温度は30度もある日が続いているので、暑すぎたのではないか。

#### 解 説

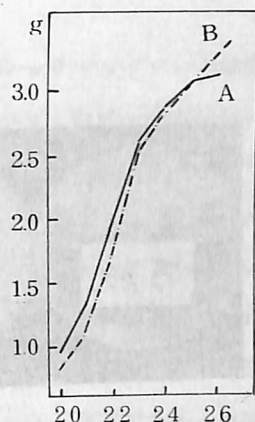
5令になると食べる葉の量、体重ともに急激にふえ、上皿てんびんではかれるようになる。夏カイコでは、5令のころ気温が適温より高くなり、温度—えさの食べ方—育つ大きさの関係は、低い温度→食べる葉の量が多い→幼虫の体重のふえ方が大きい というあらわれ方をする。ねらい 夏、やさいくずなどに群がり飛んでいたショウジョウバエが少なくなってきたこと。成虫は朝早くと昼のころでは活動のようすが違うことなどから、ショウジョウバエの育ち方を温度と関係づけて考えさせるとともに、たしかめの実験の計画を立てさせる。

- T. 夏、たくさんいたショウジョウバエが少なくなってきた。どうしてだろう。
- C. 卵をうんで役目がおわったから、成虫は死んだのではないか。
- C. 夏、スイカの皮や果物のからのすてたところにたくさん集まっていた。今は、ハエの食べ物が少なくなってきたからでないか。～略～
- C. 寒くなってきたからだ。
- C. 寒くなってくると卵をうまないのではないか。それで、ショウジョウバエが少なくなってきた。
- C. ぼくのもの(リンゴをすって、プラスチックの容器に入れたもの)には幼虫がいる。気温が低くなってもふえるよ。～略～
- T. ショウジョウバエも温度によって育ち方が違うのではないかという予想だが、温度は何度位にして比べたらよいか。

#### 解 説

カイコの学習経験がここでも生き、温度と成長を結ぶものとして、えさの食べ方をあげている。卵か

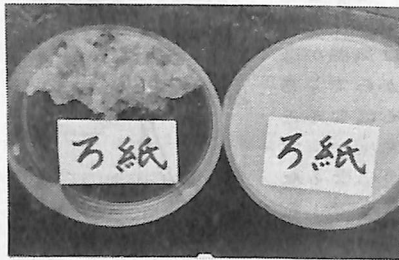
- C. カイコには、育つのにちょうどよい温度があるのではないか。1～2令のころ、へやを暖めるのは気温が低すぎるからで、5令のころになると教室の温度は高すぎるようになったのだ。それで、えさの食べ方が少なく、大きく育たなかった。～略～



(図-6) 温度と育ち方

5令幼虫 A 教室  
B 理科室

- C. ハエがたくさんいた夏の温度、幼虫はいるがハエの少なくなってきた今の温度にする。～略～
- T. 17℃ 25℃ 32℃の3つのグループに分けて育てたとき、育ち方はどう違うと考えられるか。
- C. 17℃のものは、温度が低すぎてえさの食べ方がおそく、育つとしても一番おそいだろう。
- C. 32℃のものが一番はやく成虫になる。カイコと同じように、えさの食べ方がはやく、成虫になるのものはよい。～略～
- T. えさは、何にしたらよいか。
- C. 柿にしよう。
- C. グランドのそばにある。おちた柿に、ショウジョウバエが飛んできている。～略～



幼虫の観察は、写真のようにベトリ皿にえさとろ紙を入れておくと、ろ紙上に産卵し、卵・幼虫の観察が容易である。カキのえさでは、幼虫確認後、牛乳びんに移したが、人工えさの場合、カビを防ぐ薬品を入れておけばそのまま成虫になるまでベトリ皿で飼育できる。

(図-7) 卵・幼虫(左), 幼虫・蛹(右)の観察のくふう

ねらい 観察結果から、ショウジョウバエの育つ速さは、えさの食べ方によって違ったのではないかと予想を立てさせ、温度をかえてえさを食べる速さを調べ、その結果にもとづいて、さらに温度をかえて育ちかたを調べさせる。

32℃…卵(1) — 幼虫(5) — さなぎ(6) 計12日

25℃…卵(1) — 幼虫(4) — さなぎ(5) 計10日

17℃…卵(2) — 幼虫(8) — さなぎ(10) 計20日

T. 予想と違って、温度が高いほど短い日数で成虫にならなかった。なぜだと考えられるか。

C. 32℃では暑すぎたのではないか。幼虫がときどきびんの上まで登ったりしていた。

C. 17℃より25℃の方が速く成虫になったのは予想通りで、それは、えさを食べる速さがちがったからだ。でも柿では、えさの中にもぐって、よく調べられなかった。

～ 略

T. えさの食べ方がよく観察できる、先生のつくったえさで調べよう。 ～略～

C. 30秒間の口を動かす数は150-160回(32℃) 90-95回(25℃) 55-60回(17℃)だ。

C. 32℃では、びんのふたのところまで逃げ出したものもいる。

C. 32℃では、食べ方は速いが、しばらくすると食べるのをやめて動き出す。成虫になるのがおくれたのは、そのためだ。

C. 25℃では休まずに食べている。25℃でたくさん成虫(40匹以上)が育ったのは、そのためだ。

C. 17℃では育つのはおそかったが、それはえさの食べ方がおそいためだ。

C. 32℃では成虫は17匹で一番少ない。

T. さなぎや成虫の大きさは温度によって違いがあるか。

C. 小さいのでよくわからない。

C. 32℃のものが一番小さい。あとは同じ位だ。

T. 育つはやさ、大きさ、成虫の数からみて、3つの温度では、何度が一番育つのによかったと考えられるか。

C. 3つの温度では、25℃が一番育つのによかった。 ～略～

T. もっと高い温度、低い温度で、えさの食べ方を調べてみよう。その結果から、育ち方について、どんなことが考えられるか。

C. 35℃では、えさの中から逃げ出す。5℃では幼虫は動かない。両方とも幼虫は育たない。

C. 10℃では40-45回口を動かす。長い日数かかるが育つだろう。15℃では ～略～

T. えさを食べるようすから考えた育ち方の予想はあたっているか育ててたしかめしてみよう。

～略～

### ③ ま と め

温度と成長のかかわり合いを統一的にとらえさせようとするとき、カイコ→ショウジョウバエの展開は効果的であったと考えている。第一に、大型なカイコは観察や測定が容易であり、温度－摂食活動－成長の関係がきわめてとらえやすく、この見方、考え方をショウジョウバエにあてはめて学習が進められていったことである。具体的には、温度とそれに伴う成長の違いについては、えさの食べ方に関係があるのではないかと容易に考えを進めていること、さらに、摂食活動を口の動く数の違いでとらえていることなどである。ショウジョウバエの幼虫では、口の動きは観察できても、餌のへり方がほとんどわからないのであるから、カイコ（1～2令）の口の動く速さ→葉のへり方の違いの学習経験がいかに有効に働いているかがよくわかる。第二は、ショウジョウバエでは温度コントロールが容易である。温度による行動の違いが顕著であること等から、カイコで学習した温度－養分－成長の関係をより鋭角に、かつ、くり返し実験で追求できたことである。

反省として、夏カイコを素材として、適温より温度が高すぎる場合と低すぎる場合の両方を扱ったがショウジョウバエへの発展を考えると、春カイコで〔温度が高い〕→〔摂食活動がさかんでたくさん食べる〕→〔大きく育ち成長も速い〕と学習した方が、温度と成長のかかわり合いが、よりすっきりととらえられてよかったのではないかと考えている。

またカイコの1～2令の適湿が75%と高いことから、温度差を大きくするため水温調節器を使用しても飼育が可能であると考えられるが、この点は今後の課題として残された。

## B 6年 ニワトリの卵の育ち

### 1 教材の価値

新教材である「ニワトリの卵の育ち方」を指導するにあたって、本質的な教材の価値を検討し明確におさえておかないと、発生の過程を部分的に観察させることに終わったり、食物として親しんでいる卵に無駄な嫌悪感を与えたりしてしまう。

これまで児童は、こん虫、かえる、魚の卵のふ化の諸現象を観察しているが、これに関連して、この教材を“物質交代”の考えを根底にみなおしてみることにする。この単元の基本的構造は次の三つの事項にまとめられる。第一には卵の形態的な面、次に卵を育てるための条件、さらに胚の成長と養分の移動とである。

第一の卵の形態については、身近にある材料だけに、およそのつくりは知っているが、どの部分がどのように変化し成長していくかという予想のもとに観察させるところに意義を感じる。

第二の卵を育てる条件として、温度、湿度、空気などに着目させ思考させることをねらいとするが、生物をとりまく幾多の環境を代表するものとして、温度ということが低学年より重要視されてきている。ここで“生物と温度”を小学校でのまとめの意味で指導することは、本単元のたいせつな課題でもある。

湿度，呼吸作用についても，生物の生存条件として欠くことのできないものであり，特に卵殻を外部から観察するだけでは，静的に見える卵が，実際には，さかんに呼吸していることを確認することにも教材の価値を感じる。

第三に胚の成長であるが，血管が広がり，心臓の動きなどの観察から，これら血液の循環系により，卵黄，卵白の養分が移動するらしいと思考をすすめ，さらに養分はたん白質，脂肪であることを検証することは，これまた重要なポイントになるのではないか。胚の成長は他の材料でも観察しているが，脳，心臓，脊髄など体のたいせつな部分から形成されるという順序性，胚の成長とともに重さの減っていくことから，養分は運動のために消費されるということをつかませることも有意義と考える。

植物で胚が成長し子葉や胚乳が養分として使われること，球根やじゃがいもの養分が移動すること，さらに呼吸作用などの植物，動物を生物として統一的にとらえさせることもたいせつであろう。

### (1) 単元の目標

トリの卵を暖め，卵のつくりの特徴，胚の成長の条件や胚が育つのに必要な養分の移動などに気づかせ，動物の育ち方について理解を深める。

- ① 卵は殻に包まれ，胚，卵黄，卵白などがあること。
- ② 卵は親の体温に近い温度で暖められ，湿り気，空気が与えられると胚が育ちはじめること。
- ③ 胚が育つにつれて，卵黄が使われ，血管，心臓，目などができること。
- ④ 胚が育つにつれて，血管が卵黄をとりまき，胚はその養分を血管を通してとり入れて育つこと。
- ⑤ 卵殻には小さな穴があいていて，その穴から呼吸していること。
- ⑥ 卵黄や卵白の養分は，たん白質，脂肪であること。
- ⑦ 胚が成長するにつれて，卵の重さが減ること。

### (2) 児童の実態

同学年の他の学級について実施した予備調査では，次のような結果がえられた。

- a. 家でニワトリを飼っているもの 15/36
- b. 卵をヒヨコにするにはどうすればよいか あたためる 36/36
- c. あたためるとしたら何度くらいがよいか  $35^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$  28/36  $30^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$  3/36
- d. どんな卵もヒヨコになるか なる 18/36 ならない 17/36 不明 1/36
- e. あたためると，どうして育つのか，からの中で卵の外から養分がとれないではないか  
養分は卵の中にある 22/36 不明 14/36
- f. 卵の中のどこが養分になるのか 白味 21/36 黄味や白味 5/36 黄味 7/36 膜 3/36
- g. 卵の中で育つところがきまっているか きまっている 29/36 きまっていない 5/36 不明 1/36
- h. 卵とヒヨコはどちらが重いか 卵 21/36 ヒヨコ 15/36

家でニワトリを飼っている児童が多く，卵をあたためることや，あたためる温度などについての常識的な知識をもっている。しかし，現行指導要領の5年「魚」では，育ちかたに，ちょっとふれるだけであるため，そだつ部分（胚）とそのための栄養との関連がまだじゅうぶんつかまれていない。単元の構成にあたっては，移行期のこうした児童の実態を考慮していかなければならない。

### (3) 単元の構成

（図－8）を参照（図中点線は児童の予想をあらわしている）



(図-8) 単元の構成

・ニワトリの卵のつくりを調べる

から(卵殻)膜(卵殻膜)しろみ(卵白)きみ(卵黄)めのようなもの(胚)からざ空気室(気室)などがある

各部分は何になるのだろうか



・2日卵の観察

卵黄が柔らかくなった

胚の部分が白く広がった

胚の部分に頭と背骨のようなものがある

・4日卵の観察

卵黄や卵白の養分が血液によって胚に運ばれるのではない

変化するのは胚らしい

血管が胚のまわりに広がっている  
心臓が動いている

血管は卵黄から卵白にも広がった  
血管は胚の近くまでまわり、太い血管となり胚に入っている

卵黄に白いすじがある

卵黄、卵白の養分とは何だろう

目が大きくなっている

足、口ばし、羽のようなものが見える

たん白質 脂肪 でんぷん?

・検証実験

卵黄や卵白の養分は、たん白質と脂肪である

・卵黄、卵白の変化

たん白質、脂肪が血液によって胚に運ばれ成長してきたのだ

ひよこ誕生

生まれた翌日から水やえさを食べて体重がふえていく

卵の重さはどうなるか

次第に重くなっていくだろう

卵をひよこにするにはどうすればよいか

親鳥と同じく  
らしいの温度で  
暖めたらよい  
37~39℃

親鳥が暖める  
時も水分が出る  
から水分(湿度)も必要

気室だけなら  
空気(酸素)がたらない

・空気しゃ断実験  
・水分しゃ断実験

成長しなく死んでいる

卵が育つには空気、水分が必要なんだ

卵も呼吸しているに違いない

石灰水が白く濁った  
やはり呼吸し、酸素が必要なんだ

温度が低下すると  
脈拍数が減る

温度が上がると脈  
拍数が多くなり養  
分が多く運ばれ成  
長を早める

からざが羽になる  
のでなく卵黄を支  
えているのだ

どこから呼吸している  
のだろう

気室だけではたらないのでは  
ないか、卵殻に穴があいてい  
るのではないか

・透光検査器  
・赤インキ投入

やはり卵殻に穴があいていて  
そこから呼吸しているのだ

血管の膜が卵殻膜に密着する  
のも呼吸のためだろう

卵の重さはどんどん減っている どうしたのかな

ひよこになる前に動いたり、鳴いたり、殻を破ったりする運動のため重さが減ったのだ

#### (4) 指導計画

第1次	卵の内部のつくり……………45分	第5次	卵の呼吸作用……………45分
第2次	ふ化させるための条件……………45分	第6次	養分の移動と成分……………90分
第3次	胚の成長……………45分	第7次	養分の使われ方……………45分
第4次	血管、心臓の観察……………45分		

#### (5) 実践記録から

##### 第1次

ねらい ・卵がどのように変化して、ひよこになるか予想し、ニワトリの卵は殻に包まれ、胚、卵黄、卵白などのあることを知らせる。

・ひよこになるのは、どの部分であるか考えさせる。

T. 卵の内部はどのようなになっているか観察しよう。

##### 観 察

T. どんなつくりになっていただろう。

C. きみ、しろみ、きみについていもの、きみの上のめのようなもの、空気の入っているところ、殻の下膜があった。

T. それぞれの部分は、ひよこになるとき何になるのだろうか。

C. きみについていもの白いもの(からざ)は羽になるのだと思う。(7割程度)

C. それは、きみを支えているのだと思う。

C. でも、二つあり先の方が枝のようになっていて羽に似ている。きっと羽になるんだよ。

T. きみの上のめのようなものは何になるのだろうか。

C. めのようなものは目になり、きみがひよこの体になるのだと思う。

T. それじゃ、しろみは何になるのかな。

C. それは育つための養分になるんだよ。

T. 他の部分はどんな役割をするだろう。

C. 殻や膜は内部を保護している。

C. 空気の入っているところで呼吸するのではないかな。

T. なるほど——。でも、きみの上のめのようなものが、本当の目になるとしたら、2つあるはずだね。ルーペでよく観察しよう。

—— 卵黄の反対側や内部を観察する ——

C. どうもおかしい。1つしかない。

T. すると何になるのだろうか。

C. 心臓になるのかも知れない。

C. 口ばしになるのじゃないかな。

##### 解 説

ニワトリの卵の内部を観察し、どの部分がひよこになるか予想させた結果、大部分の児童は卵黄が体になり、卵白は養分、からざは羽、胚は心臓か口ばしになると予想した。胚については“めのようなもの”という表現をしているが、この部分が成長していくようすを観察させたところで“胚”であることを知らせ、種子のつくりなどと関連づけて理解させたい。

##### 第2次

ねらい ・卵を育てるための条件(温度、湿り気、空気)について考えさせ、確かめる方法についてもくふうさせる。

T. 卵をひよこにするにはどうすればいいだろう。

C. 暖めればよいだろう。

T. なせ。

C. 親鳥がひなをかえす時も暖めるから。

T. 何度くらいで暖めたらよいでしょう。

C. 親鳥の暖めた卵は持つと暖かく感じるのも、人間の体温より少し高い38℃くらいがよいと思う。

人工的に暖めるには、ふ卵器というのがあり、自動的に温度の調節ができることなど、その機能

を説明する。

T. ひよこにするには暖めるだけでよいだろうか。

C. 水分もいると思う。もし、ないと卵がひからびてしまうのではないか。

C. 卵の中に水分があるからいらんと思う。

C. でも、親鳥が暖めるとしても体内や、まわりから水分が出るので、やはり必要だと思う。

T. 温度と水分だけでよいだろうか。

C. 卵の中には空気の部屋があるけど、それだけ

ではたらないと思う。空気が必要なんじゃないか。

C. 空気の部屋があるからいらんと思う。

T. 水分と温度を与えて空気を入れない実験もやってみよう。どんな方法がよいだろう。

C. 卵を粘土でくるみ、ビニルの袋の中に入れて定温器に入れておけばよいと思う。

— 児童の発案を生かし実験する。 —

### 解 説

ふ化時の正確な温度は、児童にじゅうぶん思考させた後、教師が指示することにした。適温はふ卵器の構造、湿度、換気などにも関連するが、ふ化の初期の温度はやや高く、後期をやや低くすることが望ましいとされている。標準としては  $37.8^{\circ}\text{C} \pm 0.3^{\circ}\text{C}$  と考えられ、この授業も、ほぼこれにしたがった卵重の変化も予想させ継続して観測することにした。

### 第3次

ねらい ・ 2日目の卵を観察し、胚の部分が育っていくことを知らせる。

T. 2日間 暖めた卵を観察しよう。外部のようすはどうでしょう。

C. 外側はほとんど変わっていない。

卵殻に観察用の窓をあける方法を説明する。

— 各グループ観察用の窓をあける —

T. 内部で変わったところはどこでしょう。

C. きみの上のめのようなものが二重になって広がっていて、そのまわりに血のようなものが点々とある。

T. ほかの部分が変化していないか調べよう。

C. 家庭科で勉強した時、新しい卵は割った場合きみの高さが高いのに、今のきみは平たくなっているので古くなった感じがする。

C. きみがやわらかくなったのではないか。

C. このほかの部分は、あまり変化していないようだ。

T. きみの上のめのようなものが、どのように変化したものであるか顕微鏡で調べてみよう。

教師作製のろ紙リングプレパラート検鏡

C. 丸いものから、すじのようなものがのびている。

C. すじのわきに、こぶのようなものが見える。

C. 背骨になるのかもしれない。

T. これからも観察を続けよう。

卵殻、卵殻膜、気室、からざ、卵黄、胚、卵白などの名称を説明する。

T. “胚”ということ、どこかで学習したことはなかっただろうか。

C. 種子の発芽の時、胚が育つということを経験した。

C. ニワトリの場合も、この胚が成長していくのではないだろうか。

### 解 説

胚の部分は静止しておいた場合、卵黄の上部に位置する。したがって内部を観察させる窓を切る場合にも、ふ卵器の上部の位置をそのまま移動させる必要があるわけである。しかし、2日卵程度では透視しても胚の上部への移動が明確でないため、教師の説明により、どのような利点があるか思考させることにより、親が暖めた時、胚の部分が上部にあるので体温がすぐ伝わるなどの結論を得た。加温日数がすすむと、胚の移動が透視によって確かめられる。

観察窓はヤスリで卵殻を切り、ピンセットで卵殻、卵殻膜を取り除く方法でやったが、各グループと

も10分程度できれいに窓があげられ、この面での技術的困難はない。

授業の後半では教師作製のろ紙リングプレパラートを検鏡させたわけであるが、このプレパラートは写真のような方法で、ろ紙リングをつくり、胚をろ紙につけて卵黄からはずし生理食塩水の中に移し観察させた。

- ① 血管域の直径をはかり、ろ紙の上に、それよりごくわずかに小さい円をえがき、3mmの巾をつけて切りぬく、そのリングを胚の上にかぶせる。周縁の卵膜をはさみで切る。
- ② リングのまわりに卵膜をくっつけ、ピンセットで静かに膜とリングをいっしょにしたままもちあげ、卵黄から離す。
- ③ 生理食塩水を入れた時計皿の中に胚と卵膜のついたまま静かに入れる。深さは3mmくらいがよい。
- ④ 生理食塩水が、付着していた卵黄で濁ったら、数回溶液をとりかえる。
- ⑤ カバーをかけずに顕微鏡下で観察する。

#### 第4次

ねらい ・ 4日目の卵で血管が卵黄をとり囲んでいること、心臓は温度によって脈はく数が異なることを知らせる。

T. 2日目の卵を観察した時のように殻に窓をあけてみよう。

— 観察窓あけ作業 —

C. おや、血管が見えるぞ。

C. 何か動いている。

C. 胚が大きくなったなあ (以上作業中)

T. 卵黄の上に広がっているのは何だろう。

C. 血管(全員)

T. 血管を観察して気のついたこと。

C. 血管は木の根のように広がっている。

C. 血管は胚から出て、卵黄を包むように広がっている。

T. 作業中ピクピク動いているものがあるといったけど何だろう。

C. 動いているのは心臓だろう。

T. この心臓はどんな動きをするだろう。

C. 私たちの心臓と同じように血液を送る動きをすると思う。(全員賛意)

T. それでは血液はどんな動きをするでしょう。

C. 卵黄から養分を運んで胚を成長させるのではないか。

C. 卵も呼吸していると考えられるので、酸素や二酸化炭素も運ぶのではないか。(全員賛意)

T. 胚が2日目の卵よりもずいぶん大きくなっているけど、今の話し合いからまとめるとどう

いうことになるでしょう。

C. 卵黄の中に養分があるだろうと考えているわけだけど、その養分を血液が胚に送っているので次第に大きくなっていったのだと思う。

T. しばらく話し合いをしている間に心臓の動きに変化はないだろうか。

C. 動きがにぶくなったようだ。

C. 心臓が止ってしまったようだ。

T. どうして動きが、にぶくなったのでしょうか。

C. 温度が下がったためだと思う。(賛意多数)

T. 温度を上げたらどうなると思う。

C. 動きがよくなると思う。

室内温度は15℃であり、暖める温度を38℃として1分間の脈拍数を比較する実験

T. 1分間の脈拍数はどうなったでしょう。

C. 多くなってきている。

C. 脈拍数は1分間のうちでもだんだん早くなってきた。卵が次第に暖まっていくからだろう。

T. まとめてみると、どういうことになるでしょう。

C. 温度が上がると、脈拍数も多くなる。

T. さらに前の話し合いとも関連させると、どういうことになるでしょう。

C. 温度が上がると脈拍数が多くなり、脈拍数が多くなれば血液が多く運ばれ、どんどん養分



が運ばれるので成長が早くなる。(共同)

C. ひよこになるのが、おくれてしまう。

T. 今の温度より少し下げたとしたら……

### 解 説

赤い血液のかたまりが規則正しく動いていることから、これが心臓であろうと考え、この働きにより血液が循環し、植物が子葉や胚乳から養分をとって成長したことなどの既習経験と関連し、卵黄の養分が胚に送られて成長するという結論を得た。

温度と成長との関連は3学年で産卵や活動、4学年でこん虫の成長、5学年で魚の活動などと各学年で学習してきているが、心臓の脈拍数、さらに養分の運搬量などと結びつけて考えさせるところに、この単元の大きな意義を感じる。

### 第5次

ねらい ・ 2日目の卵で空気をしゃ断したもの、4日目の卵のビニル袋に密封したものを観察し、卵を育てるには空気(酸素)が必要であることを確かめ、卵殻には小さな穴があいていてその穴から呼吸していることに気づかせる。

T. 2日目の空気を入れない卵はどうなっているだろう。

C. 呼吸ができないのだから、大きくなれなく、死んでいるだろう。

C. 卵の中に気室があるから、そこで息を吸っているだろう。

C. いくら気室があっても、何日も生きられないだろう。

T. 生きていますかどうか、観察することにしよう。

—— 観察する ——

C. やはり死んでいた。空気がなかったからだ。

C. 卵も呼吸しているのだ。

ビニルの袋に4日目卵を3個入れたものを用意

T. これは4日目から、ビニルの袋に入れておいたものです。この袋の中には卵のほかは何があるわけでしょう。

C. 二酸化炭素があると思う。(全員)

T. どうやったらわかるでしょう。

C. 火を入れれば消える —— 袋がとける ——

C. 二酸化炭素は空気より重いので、ビンに入れてから火を入れればよい。

C. 石灰水を入れれば白く濁る。

—— 石灰水の白濁実験 ——

C. やはり二酸化炭素があり、呼吸している。

T. 卵のどこから呼吸しているのかな。

C. 卵殻に穴があいているよ。

T. どうしてわかったのかね。

C. 透光検査器ですかしてみた。

C. 肉眼でもすかすとみえる。

C. 色水を入れたらどうかなあ。

T. 卵殻に穴があいているとしたらどうなるだろう。

C. 穴から出てくるだろう。(観察)

C. やはり穴があいている。

### 解 説

2日目卵の空気をしゃ断したものが死んでおり、ビニル袋の中に二酸化炭素があったことより、卵も呼吸していることを確認した。さらに、どこから呼吸しているか追求し卵殻に穴があいていることを赤インキ投入の実験で確かめた。赤インキが卵殻ににじみ出るまでの時間は3時間程度である。

### 第6次

ねらい ・ 9日目の卵で胚が成長し、目や頭、体の部分がつくられていくことは、卵白まで伸びた血管から卵黄、卵白の養分が体内に運ばれることに気づかせる。

・ 卵黄や卵白にはどんな養分があるか、ヨーソ反応、熱や酢による変化、紙にしみこませる

などにより確かめる。

観察窓をつくり、9日卵を観察する。

- C. 胚が大きくなっている。
- C. 心臓が胚の中に入ったのでわからない。
- C. 脈を打っている。(以上作業中)
- T. 血管の広がり方はどうでしょう。
- C. 血管は卵黄だけでなく、卵白の部分にも広がっている。(全員)
- C. 胚の部分を中心として、いくつもの血管がまとまり、1本の太い血管になって体の中に入っている。
- C. 人間でいうなら、ヘソから入っている。
- T. 卵黄や卵白のようすはどうでしょう。
- C. 卵黄に白いすじのようなものが見える。
- T. 白いすじのようなものは何だろう。
- C. 血液が養分を運ぶわけだから、血管に運びこまれるまでの通り道ではないか。
- C. 卵黄がそのままのかたちで血管に入っていくのではなく、運びやすいものになってから移動するのではないか。すじはその通り道だろう。(共同思考)
- T. 胚の部分で気のついたことはないか。
- C. 目と頭が大きくなった。体の半分くらいだ。
- C. 羽や足になるところが見える。
- C. 口はしみたいなものが見える。
- C. 胚が大きくなり重くなったので、卵黄に沈むような感じがする。

#### 解 説

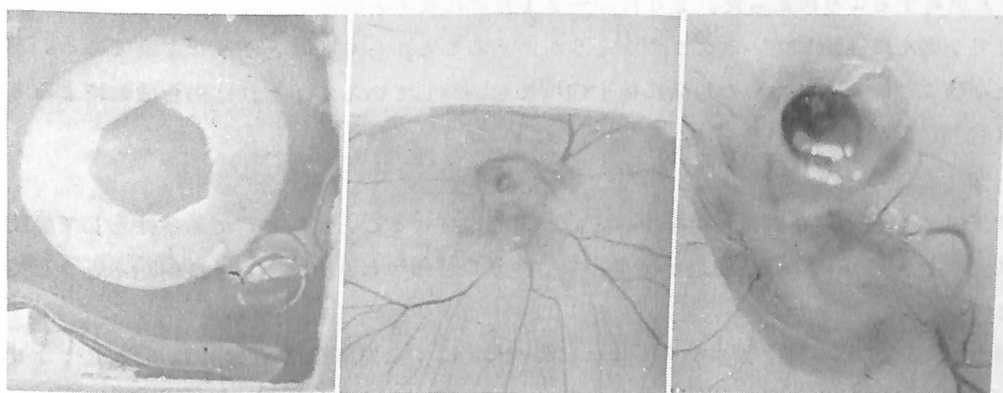
胚が育ち体ができるときには、卵黄や卵白の養分が血液によって体内に運びこまれることについては前時に理解したわけであるが、養分はたん白質や脂肪であることを確認し、これらの養分はそのまま移動するのでなく、分解されてから血管に吸収されとを考えをすすめたことは、養分の移動ということを理解させる上で重要なことだと思う。

胚がどのような過程を通して、ひよことなるか、何日卵まで観察させるかは、問題点の多いところである。むやみに生育のすすんだ状態まで観察させる必要もない。このような配慮のもとに、本単元のねらいである、卵の形態観察、卵を育てるための条件比較観察、胚より目、頭、体になる部分が明らかになり、羽や足が出はじめる9日卵を直接観察の限界と定めた。9日卵の観察でも作業中に血液の流出などを見ることがあるが、観察のねらいが明確であれば、女子児童でも抵抗なく観察にとり組んでいた。

- C. 胚だけにしても動いたみたいだ。
- C. 2日目に顕微鏡で見たとき、背骨みたいのが見えたけど、これが肉眼でもよくわかる。
- C. 目の中にまた黒い、人間でいうなら、ひとみのようなものが見える。
- C. 頭、目、心臓、背骨などと、だいたいなところから先にできていくようだ。
- T. 卵黄や卵白の養分とは何だろう。
- C. たん白質だろう。(ほとんど全員)
- C. 脂肪もあるのだろう。
- C. でんぷんは含まれていないだろう。
- T. たん白質はどんな方法で調べたらよいでしょう。
- C. たん白質は酢を入れると白くかたまる。
- C. 焼けば、かみの毛や動物のせいを焼いたような臭がある。
- C. 暖めるとかたまる。
- T. 脂肪はどんな方法で調べたらよいでしょう。
- C. 紙にしみてませたら。

#### 実 験

- C. 卵黄や卵白には、たん白質や脂肪が含まれているが、でんぷんは含まれていない。
- C. 胚が成長し大きくなるのは、たん白質や脂肪が運ばれるからだ。



(図-9) 左：ろ紙リング法 中：4日卵 右：9日卵

### 第7次

ねらい ・卵の重さが減るのは、心ぞうが動いたり、血液が移動したり、卵内で体を動かしたりしたためではないかと考え、養分の使われ方について考えさせる。

ニワトリの胚の成長について、スライド、標本で9日卵以降の過程を観察する。

- ・12日卵で腿部、翼部、頸部のうしろなどのうぶ毛の発生、脚りんや爪の発生
- ・15日卵で胚の体形が雛のようになってくる。
- ・18日卵で卵白はほとんど吸収され、くちはしを気室にむける。頭が両腿間に位置する。卵黄

が腹腔内に吸収されていく。

T. 卵の重さはどのように変化してきただろう。

C. 次第に減ってきて、ひよこになる前から急に減り出した。

T. 卵の重さが次第に減ってきたことはどうしてなんだろう。

C. 胚が成長するときに、養分が使われたけど、いらなくなったものが出ていったため。

T. いらなくなったものにどんなものが考えられるでしょう。

C. 水分

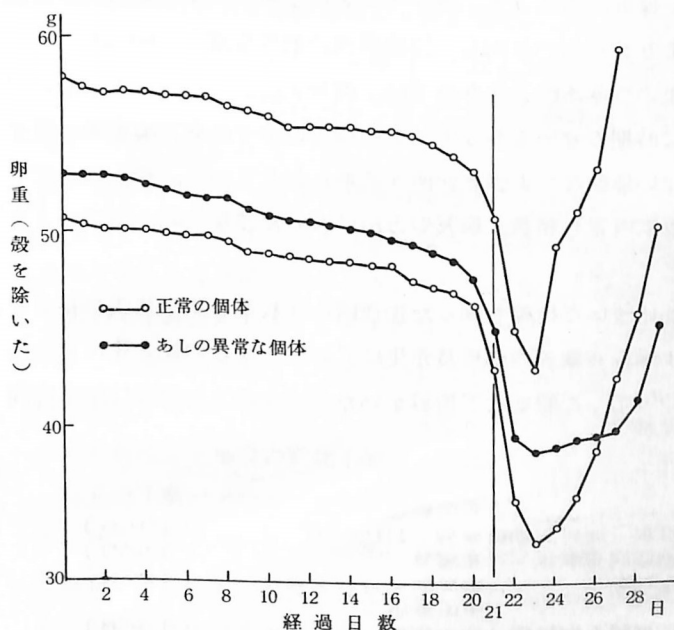
C. 二酸化炭素

T. ひよこになる前に急に重さが減り出したのはどうしてでしょう。

C. ピーピーと鳴いたり、口はしで殻を破ったりしたためで、人間なら汗を出したようなものじゃないかな。

### 解説

卵の重さの変化については、最初の予想では次第に重くなると考えていたが、実測の結果から、減るのはやはり血液を移動したり、体を動かしたため



(図-10) 卵重の変化(ふ化時の殻重をのぞいた)

だろうと思考するようになった。20日卵～21日卵になると卵殻を軽くたたくと中で口はしや、鳴き声がして、盛んに運動しているようすが、うかがえることから明確となったようである。

また、ひよこになってからの急激に体重の増加を観測しているが、これは摂食活動によるものであることは容易に理解された。

#### ま と め

ニワトリの卵の形態を成育過程を予想させつつ観察させることから、育てる条件として温度、湿度、空気の必要性を確かめ、胚の成長と関連して、養分の移動をとりあげ、養分は何か、どうして卵重が減るのかなど学習してきた。

卵をひよこにする場合、暖めなくてはならないことは、全児童が知っている。しかし、なぜ暖めなければならないかという必要性を思考させるところに意義がある。しかし、むやみに思考を空転させるのではなく、既知の血液の知識に血管が胚のまわりにできる事実、温度差による脈拍数の変動、養分の移動などの諸現象との結びつきから、適温で暖めれば、成長が促進されるという結論を得させた。呼吸作用にしても、卵殻内に密着した血管、卵殻の穴、石灰水の白濁実験などの諸現象から理解させた。体重の変化については、各部の運動、体温の保持などに栄養素が消費されたと思いをすすめていることは、栄養素の移動と共に人体の学習への大きな伏線となるであろう。

材料としてのニワトリの卵は、比較的大きいため観察対象としては適しているが、加温状況、湿度、換気など幾多の条件により影響される面が多いので、観測結果も巾のある解釈が必要と思う。

#### お わ り に

前年度の植物教材にひきつづき、動物教材についても物質交代の考えをとり入れた実践研究を試みた。その結果、物質交代の考えが、生物の諸現象間の関連を理解させ、児童の認識を深める上で、大いに役立つことが確認された。また、科学の方法（探究の方法）も、各学年ごとに、さらによく定着させたと考えている。しかし、一貫した概念の深まりをねらいながら、実践研究の対象児童が、前年度とすべてかわっているため、系統的指導による成果のつみあげという点では、前報と同じレベルにとどまらざるをえなかった。また、移行期という無理な時期のせいもあって、この報告の中では新指導要領が完全に実施された時点では、さして問題にならない無駄なつまづきが所々にあらわれている。今後の研究では、児童の反応にいつそう注意しながら、授業内容の精選、探究の方法にあった授業時間や時数のとりかたなどもあわせて検討してみる必要を感じている。

おわりに、この研究を進めるにあたり、終始暖いご指導を賜った加茂南小学校長谷川千代栄校長先生、東湯之谷小学校桑原昭三校長先生、北条北小学校斉藤義六郎校長先生はじめ、所属校の諸先生に衷心より御礼申しあげる。また、カイコの飼育について、ご懇切なご指導をいただいた湯之谷村井口農業協同組合 牧野茂氏に御礼申しあげる。

#### 参 考 文 献

- 1) 田辺・田中・池内：研修員研究集録第6集 理科定期研修編 19～36 (1969)
- 2) 日本初等理科研究会：理科の単元構成と展開 6学年 東雲堂 (1969)
- 3) 駒井 卓編：ショウジョウバエの遺伝と実験 培風館 (1953)
- 4) 碓井 益雄：動物の発生 中山書店
- 5) 井口尚之編：改訂小学校学習指導要領の展開（理科編）明治図書 (1968)
- 6) 久米又三：脊椎動物発生学 211～247 培風館 (1966)
- 7) BSCS GREEN VERSION: High School Biology 275～283 (1964)